

PATENTANWÄLTE
DIPL.-ING. FRITZ THIELEKE DR.-ING. RUDOLF DÖRING DR. JOACHIM FRICKE
BRAUNSCHWEIG · MÜNCHEN

Continental Can Company, Inc.,
633 Third Avenue, New York 17, N.Y., U S A

1504109

"Verfahren und Vorrichtung zum Aufbringen von filmartigen Überzügen aus thermoplastischem Material auf Bögen oder Bänder aus Metall od. dgl."

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufbringen von filmartigen Überzügen aus thermoplastischen Material auf Bögen oder Bänder aus Metall od. dgl., bei dem der entlang einer vorbestimmten Bahn geführte Bogen und ein stranggepreßter Film aus noch heißem thermoplastischen Material unter Druck durch eine Schmelzverbindung vereinigt werden sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses vorgenannten Verfahrens.

Es ist bekannt, filmartige Überzüge beispielsweise in Form von Lack- oder Farbaufträgen auf Bögen oder Bänder aus Metall aufzubringen und dabei ein Lösungs- oder Dispersionsmittel zu verwenden, um den Filmwerkstoff aufspritzen zu können. Hierdurch ergeben sich erhöhte Kosten und Schwierigkeiten, da das Lösungs- oder Dispersionsmittel wieder ausgetrieben werden muß.

Um diese Nachteile zu vermeiden ist man bei der Aufbringung von thermoplastischem Material auf Metall dazu übergegangen, die thermoplastischen Werkstoffe zu erhitzen und auf die Metalle aufzuwalzen. Da hierbei die Walzen, welche das plastische Material mit dem Metall in Berührung bringen, nur für einen

909809/0490

BAD ORIGINAL

1504109

- 2 -

kurzen Augenblick wirksam sind, lassen sich Unregelmäßigkeiten in der Schichtdicke nicht vermeiden. Wenn der thermoplastische Werkstoff nicht bis zum Schmelzpunkt erhitzt wird, ist die Verbindung mit dem Metall unbefriedigend, es sei denn, daß die Oberfläche des thermoplastischen Materials vorbehandelt worden ist, um auf diese Weise eine innige Verbindung mit dem Metall zu sichern.

Man hat zur Vermeidung der vorgenannten Nachteile auch bereits vorgesehen, Klebstoffe zur Herstellung der Verbindung zu verwenden. Dabei braucht das plastische Material nicht bis auf eine Temperatur erhöht zu werden, bei der eine merkliche Erweichung eintritt, jedoch ist bei diesem Verfahren die Wahl des Klebstoffes außerordentlich begrenzt. Außerdem wird durch die zusätzliche Verwendung von Klebstoff das Herstellungsverfahren merklich verteuert.

Um die Verwendung eines Klebstoffes, sei es in Form einer bleibenden Substanz oder in Form einer wiederaustreibbaren Lösung, zu vermeiden, ist es weiterhin bekannt geworden, zum vorübergehenden Verbinden von getrennten Bahnen oder Folien, von denen wenigstens eine aus einem nichtleitenden Werkstoff

besteht, zwischen den Bahnen vor ihrem Zusammenbringen eine Potentialdifferenz zu erzeugen und diese Bahnen dann in einem Kalandr aufeinanderzupressen, so daß durch die Ladungen eine

BAD ORIGINAL

909809/0490

-3-

1504109

- 3 -

Verbesserung der Adhäsion und außerdem eine Anziehungskraft zwischen den Bahnen erreicht wird. Die bleibende Verbindung zwischen den Bahnen wird bei diesem bekannten Verfahren durch die nachfolgende Zusammenpressung im Kalandrier erzeugt. Es handelt sich also hier um ein Verfahren, bei dem das organische Bindemittel zwischen den durch die Kalandrier zusammenzupressenden Bahnen durch ein elektrostatisches Bindemittel ersetzt wird.

Die vorliegende Erfindung geht dagegen von dem eingangs beschriebenen Verfahren aus, bei dem das organische Bindemittel dadurch entbehrlich gemacht wird, daß die Bahnen mit Hilfe einer Schmelzverbindung vereinigt werden, wobei die in dem Film vom Strangpressen her innenwohnende Ritze für die Schmelzverbindung ausgenutzt wird. Bei diesem bekannten Verfahren müssen die Temperaturbedingungen und die erforderlichen Drücke sehr genau eingestellt werden, um eine innige Verbindung zwischen den beiden Materialien zu erreichen. Dieses auch als Strangpreß-Beschichtung in der Technik bezeichnete Verfahren ist wesentlich einfacher als die anderen vorstehend beschriebenen Verfahren, jedoch ist die Steuerung der Vorgänge schwieriger, da sich der Arbeitsablauf nur über einen sehr engen Bereich erstreckt und von im gegenseitigen Zusammenhang stehender Bedingungen, nämlich Druck und Temperatur, abhängig ist. Eine besondere Rolle spielen hierbei der anfängliche Kontakt

909809/0490

-4-

BAD ORIGINAL

des noch im geschmolzenen Zustand befindlichen stranggepressten plastischen Filmes und des sich bewegenden metallischen Bogen oder Bandes. Der Druck und die Temperatur sind von entscheidender Bedeutung, jedoch ist der Vorgang auch zeitabhängig, und zwar sowohl hinsichtlich der Temperatureffekte an den verschiedenen Stellen des Verfahrensablaufes, als auch der Effekte in bezug auf das Ziehverhältnis, das Einschnüren, die Dicke und andere Eigenschaften des thermoplastischen Filmes. Auch bei dem Verfahren der Strangpresbeschichtung, wie es vorstehend beschrieben wurde, sind praktisch die erforderlichen Druckkräfte dadurch aufgebracht worden, daß man die zusammengebrachten Schichten zwischen Druckwalzen hindurchführte. Hierbei besteht die Gefahr, daß das thermoplastische Material bei ausreichender Erwärmung zur Erzielung einer sicheren Haftfähigkeit an dem Metall auch an den Druckrollen anhaftet. Es können somit Oberflächenschäden entstehen, die besonders dann auftreten, wenn die Druckrolle einen Gummimantel aufweist. Da andererseits keine zu starke Abkühlung während der Druckbehandlung auftreten soll, ist die Verwendung von gekühlten Walzen oder eine Vorkühlung des Werkstoffes nicht zweckmäßig und unerwünscht. Außerdem muß die Bewegung der zu verbindenden Schichten zwischen den Druckrollen sehr genau einander angepaßt werden, wenn eine gleichmäßige Beschichtung erzielt werden soll.

1504109

- 5 -

Es ist Aufgabe vorliegender Erfindung, das eingangs genannte und im Vorstehenden näher beschriebene Verfahren der Strangpreßbeschichtung zu vereinfachen und gleichzeitig so zu verbessern, daß die bisher in Kauf zu nehmenden Nachteile, die sich durch die Druckwalzenbehandlung und in anderen Fällen durch die Benutzung eines Klebemittels ergeben, vermieden werden.

Zur Lösung vorstehender Aufgabe kennzeichnet sich das einleitend beschriebene Verfahren erfindungsgemäß dadurch, daß zunächst auf dem Film in an sich bekannter Weise elektrostatische Ladungen erzeugt werden und der Film mit dem auf einem vorbestimmten Potential gehaltenen Bogen allein unter dem von einem elektrischen Feld zwischen den beiden erzeugten Druck zusammengepreßt werden; wobei gleichzeitig und für eine bestimmte Dauer nach der Vereinigung der Film auf einer die Schmelzverbindung ermöglichenden Temperatur gehalten und danach vor einer Berührung mit festen Flächen bis unter Verfestigungstemperatur abgekühlt wird.

Die Erfindung nutzt dabei die Erkenntnisse aus, daß es möglich ist, die zur Schaffung eines innigen Kontaktes zwischen den Schichten erforderlichen Drücke ausschließlich durch elektrostatische Ladungen zu erzeugen. Die Praxis hat dabei gezeigt, daß es gelingt, sehr feste Verbindungen auf

-6-

909809/0490

diese Weise zwischen dem erhitzten thermoplastischen Material und einem erwärmten Metall zu erhalten. Diese neue Ausbildung des Schmelzbindeverfahrens vermeidet auf einfache Weise jede mechanische Berührung der Schichtwerkstoffe mit irgendwelchen Fremdf lächen, bis der thermoplastische Werkstoff ausreichend verfestigt und damit gegen Beschädigungen gesichert ist.

Für die elektrostatische Aufladung ist es erforderlich, daß eine der benutzten Schichten oder Komponenten des schichtweise zu vereinigenden Werkstoffes ausreichend elektrisch nicht leitend ist, um sicherzustellen, daß die elektrischen Ladungen auch in den kritischen Phasen des Verfahrens aufgebracht und erhalten werden können. Insbesondere ist es notwendig ein Material zu wählen, welches auch im geschmolzenen oder erweichten Zustande seine nichtleitende Eigenschaft beibehält. Es sind solche Materialien hierfür geeignet, die auch im erweichten oder geschmolzenen Zustand einen Volumenwiderstand von etwa wenigstens 10^5 Ohm-cm aufweisen. Es hat sich gezeigt, daß die meisten üblichen thermoplastischen Werkstoffe einschließlich synthetischer Harze verwendet werden können. Geeignet sind z.B. Polyäthylene von niedriger, mittlerer oder hoher Dichte, Polypropylene und andere Polyolefine einschließlich Copolymere der Olefine und anderer Monomere, Vinylchlorid-

909809

1504109

- 7 -

Copolymeren, Polystyren, Polyäthylen-Glykol-Terephthalate und Copolymeren von diesen Stoffen, Celluloseazetate, verschiedene halogenierte Polymere einschließlich Polytetrafluoräthylen, Polyvinylformaldehyd, Polyazetate und Polycarbonate.

Als Schichtwerkstoff aus Metall kommen solche Materialien in Betracht, welche einen Volumenwiderstand von 10^{-6} Ohm-cm oder weniger zeigen. Mit diesen Werkstoffen läßt sich das Verfahren nach der Erfindung ohne Schwierigkeiten durchführen. Alle üblichen Metalle in Form von Folien oder Blättern bzw. Bögen oder Bandwickeln erfüllen dieses Erfordernis.

Es könnte festgestellt werden, daß mit dem neuen Verfahren Schichtwerkstoffe mit einer Dicke des plastischen Filmes von $1,2 \times 10^{-3}$ bis $1,2 \times 10^{-2}$ mm und dicker herzustellen sind.

Zweckmäßig ist es, wenn in Weiterbildung des neuen Verfahrens zwischen dem aus Metall od. dgl. leitfähigen Material bestehenden Bogen oder Band und einer festen Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld erzeugt wird und der Film unmittelbar nach seinem Austritt aus der Strangpreßdüse berührungsfrei durch dieses Feld dem Bogen oder Band zugeleitet wird. Durch diese Maßnahme erreicht man eine besonders günstige Aus-

nutzung der durch das Strangpressen erzeugten Wärme und der hierdurch gegebenen hohen Anpassungsfähigkeit des Filmwerk-

909809/0490

-8-

stoffes bei der Vereinigung mit dem metallischen Material.

Man kann in Weiterbildung der Erfindung den Bogen oder das Band mit einer die Strangpreßgeschwindigkeit erheblich übersteigenden Geschwindigkeit durch die Vereinigungszone bewegen, wenn man einen besonders dünnen Filmüberzug wünscht, der durch das Strangpressen allein nicht mehr herstellbar ist.

Eine Verbesserung der Haftfähigkeit und Verbindung des thermoplastischen Werkstoffes mit dem metallischen Bogen oder Band läßt sich erfindungsgemäß dadurch erreichen, daß der Bogen oder das Band vor Erreichen der Vereinigungsstelle auf eine die Schmelzverbindung unterstützende Temperatur erwärmt werden.

Die nach dem neuen Verfahren hergestellten Schmelzverbindungen aus Metall und thermoplastischem Werkstoff eignen sich insbesondere zur Herstellung von Behältern für Nahrungsmittel, welche eine Temperatur zum Pasterisieren ausgesetzt werden müssen, ohne daß sich die Schichten voneinander lösen oder Perforationserscheinungen zeigen. Für derartige Verwendungszwecke sind lineare Polyäthylene bei $8 \text{ mg}/6,25 \text{ mm}^2$ als zufriedenstellend gefunden worden. Zinnbleche in Form von Wickelstreifen, welche auf beiden Seiten mit Polyäthylen geringer Dicht beschichtet worden sind, konnten hergestellt werden um Dosen zu fertigen. Es wurde eine ausgezeichnete Haftung

selbst bei vorher ungesäuberten Metallstreifen gefunden, welche noch Reste von Walzöl aufwiesen. Diese aus vorgenannten Streifen gefertigten Dosen durchliefen einen Pasteurisierungsprozeß ohne eine Verminderung der Haftung zwischen den beiden Werkstoffschichten zu zeigen.

Zur Ausführung des Verfahrens geht die Erfindung von einer Vorrichtung aus mit einer Einrichtung zum Zuführen eines Bogens oder Bandes aus Metall od. dgl. zu einer Vereinigungszone mit einer im heißen Zustand von einer unmittelbar vor der Vereinigungszone angeordneten Strangpreßeinrichtung zugeführten Film aus thermoplastischem Material sowie einer Einrichtung in der Vereinigungszone zum Zusammenpressen von Film und Bogen bzw. Band unter Druck und einer anschließenden Kühlzone für den Schichtwerkstoff. Diese beschriebene Vorrichtung kennzeichnet sich erfindungsgemäß dadurch, daß der Vereinigungszone eine Einrichtung zum Erzeugen eines elektrischen Feldes zwischen dem Bogen oder Band und dem Film zugeordnet ist und daß Bogen bzw. Band und Film in der Vereinigungszone und bis zu einem merklichen Abschnitt in die Kühlzone gegenüber festen Flächen berührungsfrei geführt sind.

Vorteilhaft ist es, wenn in Höhe des Strangpreßeintritts einen Bogen bzw. das Band im vorbestimmten Abstand von diesem

Austritt führende Rolle angeordnet ist, die mit einem vorbestimmten Potential (Erde) verbunden ist, während auf der abgewandten Seite des aus der Strangpreßeinrichtung austretenden Filmes im geringen Abstand von diesen Aufladungselektroden angeordnet sind. Durch diese Ausgestaltung ergibt sich ein besonders einfacher Aufbau der Vorrichtung, welche noch dadurch weitergebildet werden kann, daß zwischen der Vereinigungszone und der Kühlzone eine Heizzone angeordnet ist, welche die Werkstoffe mit Sicherheit auf die für die Schmelzverbindung erforderliche Temperatur bringt oder hält.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand schematischer Zeichnungen an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Ein Wickel 10 eines Metallstreifens, z.B. verzinntem Blech, liefert den Streifen 11, der über eine leerlaufende Rolle 12 umgelenkt wird und sich von dort an einer Vorerwärmungseinrichtung 13 vorbei bewegt, die zur Veranschaulichung als Gasbrenner wiedergegeben ist. Der Streifen läuft in Berührung an einem Erdungsstab 14 vorbei und erhält dann einen Film 15 aus thermoplastischem Material, und zwar kurz nachdem der Film aus einer Strangpreßeinrichtung 16 austritt. Das Strangpreßwerkzeug ist so angeordnet, daß es den Film unter einem spitzen Winkel gegenüber dem bewegenden Streifen 11 austreten läßt. Eine elektrostatische Aufladevorrichtung 17 ist so

- 11 -

dargestellt, daß sie mehrere Stangen 18 aufweist, welche sich auf einem hohen Potential gegenüber der Erdungsstange 14 und dem Maschinenrahmen bzw. der Erde befinden. Diese Vorrichtung erzeugt elektrische Ladungen auf der Oberfläche des vorbeilaufenden plastischen Filmes. Diese Ladungen sind von entgegengesetzter Polarität in bezug auf die induzierten Ladungen auf dem Streifen 11, so daß sie durch den plastischen Film hindurch wirksam sind, um diesen in feste und dauerhafte Verbindung mit der Oberfläche des Streifens zu bringen. Das laminierte Material 20, welches aus dem Metallstreifen 11 und dem elektrostatisch anhaftenden plastischen Film 15 besteht, erhält eine feste Bindung an seinen Zwischenflächen, wenn das Metall und das plastische Material sich auf der Austrittstemperatur des thermoplastischen Materials befinden. Da hier eine Zeitabhängigkeit eine Rolle spielt, kann die Temperatur durch geeignete Mittel aufrechterhalten bleiben, beispielsweise durch entsprechende Mäntel od. dgl., welche einen Wärmeverlust verhindern. Es kann aber auch ein weiteres Erwärmen durch eine besondere Vorrichtung 21 vorgesehen sein, die im dargestellten Beispiel in Form einer Gruppe von Infrarot-Lampen wiedergegeben ist. Das plastische Material und das Metall werden lediglich miteinander aber sonst mit keinem festen Körper in Berührung gebracht, so daß Wärmeverluste lediglich durch Strahlung und Luftkonvektion auftreten können, während ein physischer Kontakt mit

- 12 -

einem dritten Körper zur Erzeugung eines Druckes auf die Schichten nicht vorliegt. Der zusammengesetzte Schichtstoff läuft durch eine Kühleinrichtung 22, z.B. ein Wasserbehälter, welcher mit Kühlwasser durch ein Rohr 24 gespeist wird und das erwärmte Wasser durch ein Rohr 25 ablaufen läßt. Auf diese Weise wird erreicht, daß eine Berührung des Schichtstoffes mit einem anderen festen Körper vermieden wird, solange sich das plastische Material in einem durch Wärme erweichten und leicht verformbaren Zustande befindet. Nach der Abkühlung durch das Wasser kann das nunmehr formbeständige Schichtmaterial um eine Umlenkrolle 23 und von dort über eine Antriebsrolle 26 laufen, welcher gummibedeckte Walzen 27 nachgeschaltet sind, die zur Geschwindigkeitskontrolle dienen. Danach kann das geschichtete Material auf einer Rolle 30 aufgewickelt werden.

Die Erfindung wurde auch mit Erfolg durchgeführt in den Fällen, in denen zum Abkühlen eine Kühlwalze in offenem Luftstrom verwendet wird, welche in einem Abstand von dem Punkt angeordnet ist, an dem der Metallstreifen und das geschmolzene thermoplastische Material zum ersten Mal sich berühren, wobei dieser Abstand so gewählt ist, daß das thermoplastische Material sich zuvor ausreichend dem Stützstreifen anpassen kann und sich die Moleküle des thermoplastischen Materials an der Berührungsfläche ausrichten können, um die erforderliche Bindung zu gewährleisten.

909809/0480

-13-

- 13 -

Vorzugsweise ist eine Vorrichtung zur Bestimmung der Temperatur des vorgewärmten Metallstreifens vorgesehen. Zu diesem Zwecke ist z.B. ein Thermoelement 35 vorgesehen, dessen Leiter 36 zu einem Meßgerät 37 führen. Mit dieser Hilfe kann der Metallstreifen auf eine Temperatur gebracht werden, bei der das thermoplastische Material weich ist und sich dem Metall anpassen kann. Die Temperatur ist dabei so hoch, daß ein Abschrecken an der Berührungsstelle nicht stattfindet und doch so niedrig, daß das Material sich nicht verformen oder anderweitig verändern kann, z.B. durch Schmelzen des Zinnüberzuges eines Zinnbleches. Ebenso muß natürlich die Temperatur so gewählt werden, daß die Temperaturveredelung bei Aluminium- od. dgl. Verbindungen nicht rückgängig gemacht wird oder sich das thermoplastische Material bei der Berührung nicht zersetzt.

Die Erdungsstange 14 weist außerdem eine Führungsfunktion für den Metallstreifen 11 auf und kann in Form einer leer umlaufenden Rolle ausgebildet sein. Die Ladungen auf dem plastischen Film 15 bewirken, daß sich der Film 15 in Richtung auf den Metallstreifen 11 bewegt. Dabei soll der Abstand des Metallstreifens 11 von den Austrittslippen der Strangpreßeinrichtung aufrechterhalten werden. Folglich wird es bevorzugt, die Erdungsstange in den Winkel zwischen dem Film 15 und dem Streifen 11 anzuordnen, so daß diese Stange zu-

gleich mechanisch dazu dient, die genaue Lage des Streifens gegenüber dem Strangpreßwerkzeug auch bei den mechanischen Spannungen, die an diesem Streifen wirken, aufrechtzuerhalten.

In der Praxis kann die Aufladungseinrichtung 17 eine positive oder negative Polarität in bezug auf die Erdungsstange 14 aufweisen.

Die Lage der Aufladungseinrichtung 17 gegenüber dem plastischen Film gestattet eine Kontrolle der elektrostatischen Kräfte zwischen dem Metallstreifen und dem plastischen Film, und zwar für eine vorgegebene Potentialdifferenz zwischen den Entladungselektroden 14 und 18. Eine Berührung der Elektroden 18 mit dem Film ist nicht notwendig. Ein Abstand von 0,3 - 5 cm ist ausreichend. Die Elektroden 18 können in Form einer oder mehrerer elektrisch verbundener zugespitzter Metallspitzen oder -stangen ausgebildet sein, welche beispielsweise einen Durchmesser von 1,5 mm aufweisen. Sie verlaufen senkrecht zum Film. Es können aber auch ein oder mehrere feine Drähte im Abstand zum Film angeordnet sein, welche quer zur Richtung verlaufen, in der der Film bewegt wird. Im letzteren Falle sind zweckmäßig Drähte mit einem Durchmesser von $2,5 \times 10^{-3}$ - $12,5 \times 10^{-3}$ cm, welche in einem Abstand von wenigstens einem Mehrfachen des Durchmessers angeordnet sind.

Die an den Stangen oder Elektroden 14 und 18 angelegte Spannung liegt bei einem typischen Ausführungsbeispiel im Bereich von 4 - 15 kV. Es sind sowohl Wechsel- als auch Gleichstrompotentiale verwendet worden, wobei Gleichstrompotentiale bevorzugt werden, und zwar aufgrund der größeren und gleichmäßigeren Kräfte, die dabei hervorgerufen werden. Vorzugsweise sind die Vorgänge unter solchen Spannungs- und Abstandsverhältnissen gehalten, daß keine sichtbare Korona oder Entladung und kein Entladungsgeräusch auftreten. Es sind dabei die Stromanforderungen klein und liegen etwa um 1 Milliampère oder geringer bei Bahnen, welche etwa eine Breite von 90 mm aufweisen und mit einer Geschwindigkeit von etwa 6 m/Minute bewegt werden. Die elektrostatischen Kräfte sind nicht nur eine Funktion der Spannung, sondern auch der Form und der Größe der Aufladungsstangen 18, des Abstandes vom plastischen Film, des Abstandes vom leitenden Element, der Dicke des plastischen Films, dessen Ohm-Widerstand und dielektrische Konstante bei der Verfahrenstemperatur, abhängig vom Feuchtigkeitsgehalt und von der relativen atmosphärischen Feuchtigkeit und anderen Faktoren. Kräfte in der Größenordnung von etwa $1,2 \text{ kg/cm}^2$, welche senkrecht auf die Oberfläche wirken, wurden als vorhanden zwischen einem Polyäthylenfilm von $2,5 \times 10^{-3} \text{ cm}$ Dicke und einer glatten Metalloberfläche festgestellt, wobei ein Potential von 8300 Volt

- 16 -

und ein Elektrodenabstand von etwa 0,8 cm verwendet worden sind. Die Messungen wurden bei 50 % relativer Feuchtigkeit und 22,8° C Temperatur ausgeführt. Es wurde zwischen den entgegengesetzten Flächen des Polyäthylens ein Potential oberhalb von 1000 Volt gemessen.

Beide Seiten des leitenden Elementes, beispielsweise des Zinnblechstreifens 11, können nacheinander oder gleichzeitig in der beschriebenen Weise beschichtet werden. So können also Aluminium- oder andere Metallfolien, Zinnbleche oder ähnliche leitende Materialien auf einer oder beiden Flächen beschichtet werden. Das Verfahren kann auch verwendet werden, um ein vorgeformtes, durch Schichtung gebildetes Material, welches aus einer Mehrzahl von Metallstreifen oder -schichten besteht, welche durch leitende oder nichtleitende Zwischenschichten getrennt sind, zu beschichten.

Wenn Wechselstrom verwendet wird, können die auf der Länge des sich fortbewegenden Materials aufeinanderfolgenden Bereiche entgegengesetzte Ladungspolarität auf der plastischen Schicht aufweisen.

Beispiel 1

Unter Verwendung einer Vorrichtung, bei der der Metallstreifen von einer Vorratsrolle zugeführt wird und die eine Strangpreßeinrichtung und eine Aufladungsvorrichtung wie in der

909809/0490

-17-

1504109

- 17 -

Zeichnung dargestellt, aufweist, wurde ein Streifen aus einem handelsüblichen 100-g-Elektro-Zinnblech von etwa 10 cm Breite, senkrecht nach unten mit einer Geschwindigkeit von 6 m/Minute bewegt und auf eine Temperatur von etwa 216°C vorgewärmt. Die Strangpreßeinrichtung wurde gespeist mit einer Strangpreßmasse aus Polyäthylen mit einer Dichte von 0,923 und einem Schmelzindex von 3,7 (diese Harzmasse ist handelsüblich unter dem Warenzeichennamen ALATON-16 erhältlich). Diese Masse wurde stranggepreßt als geschmolzener Film von etwa 0,5 mm Dicke in Bereich der Lippen der Strangpreßeinrichtung. Die Strangpreßtemperaturen lagen etwa bei 293°C. Der Abstand der Lippen des Strangpreßwerkzeuges von der Oberfläche des vorbeilaufenden Metallstreifens, gemessen in senkrechter Richtung, betrug etwa 11 mm. Die Lippen des Werkzeuges hatten einen Abstand von etwa 23 cm von einer Kühlrolle, die hier anstelle eines Kühltanks 22 verwendet wurde. Die Aufladungsvorrichtung 17 besaß drei Drähte von etwa 10 cm Länge, welche sich quer über die Breite des Films erstreckten und welche etwa 2,5 cm von dem Metallstreifen entfernt lagen. Die Drähte waren aus Platin von etwa 76/1000 mm Durchmesser.

Bei einem Arbeiten ohne elektrostatisches Potential zwischen den Elektroden nahm der Film eine gerade Bahn von den Lippen des Werkzeuges bis zur Kühlwalze an, wie dies durch die gestrichelte Linie 11x in der Zeichnung angedeutet ist.

909809/0490

-18-

BAD ORIGINAL

- 18 -

Die Haftung war gering. Das plastische Material konnte leicht von Metall abgezogen werden.

Wenn dagegen ein Aufladepotential von 12 kV verwendet wurde, veranlaßten die Ladungen den plastischen geschmolzenen Film mit dem Metallstreifen etwa 25 mm unterhalb der horizontalen Ebene der Strangpreßlippen in Berührung zu treten. Es ergab sich eine ausgezeichnete Haftung.

Durch Einstellen der Geschwindigkeit des Metallstreifens gegenüber dem des Filmes, welcher aus der Strangpreßeinrichtung austrat, wurde ein Ausziehen des Filmes von 20 zu 1 erhalten. Wenn also die Lippen des Strangpreßwerkzeuges einen Abstand von etwa 0,5 mm besaßen, hatte die plastische Schicht auf der vollständigen Anordnung eine Dicke von etwa 25/1000 mm. Wenn daher die Strangpreßeinrichtung unter optimalen Temperatur- und Druckverhältnissen betrieben wurde, um die gewünschte Strangpreßmasse zu erhalten, d.h. also eine Dicke von etwa 0,5 mm besaß, kann die endgültige Dicke des Harzüberzuges auf dem Metallstreifen durch die Geschwindigkeit des Metallstreifens einreguliert werden, beispielsweise dadurch, daß der Metallstreifen sich 20 mal so schnell wie die austretende Strangpreßmasse bewegt.

-19-

909809/0490

1504109

- 19 -

Die optimale Stellung der Strangpreßeinrichtung, durch welche der Winkel zwischen dem austretenden Strangpreßteil gegenüber der Bahn des Metallstreifens bestimmt wird, hängt von der Lage der Aufladungseinrichtung 17, der verwendeten Spannung, der Geschwindigkeit des Metallstreifens und dem Winkel des Streifens gegenüber dem Angriff der Schwerkraft ab. Wenn sich, wie dargestellt, die Beladungsdrähte 18 nahe dem Streifen befinden, kann eine niedrigere Spannung angewendet werden als wenn der Abstand größer ist.

Bei der weiteren praktischen Verwertung mit der Vorrichtung nach Beispiel 1 besaß der Erdungsstab 14 einen Durchmesser von etwa 8 mm und einen Abstand von solcher Größe, daß seine untere Seite etwa 20 mm oberhalb der Ebene der Lippen des Extruders lag. Zwei horizontale Drähte 18 wurden angewendet, die im Abstand parallel zur Bahn des Metallstreifens mit einem Abstand von etwa 36 mm angeordnet waren. Die Drähte hatten einen Durchmesser von etwa 75/1000 mm und waren aus Platin hergestellt. Sie hatten einen gegenseitigen Abstand von etwa 32 mm. Der obere Draht befand sich annähernd 15 mm unterhalb der Strangpreßlippen. Die Strangpreßeinrichtung war so angeordnet, daß der Film nach unten unter einem Winkel von etwa 55° gegenüber der Bahn des Metallstreifens austrat, wobei der Film parallel zu den Wänden austrat.

-20-

909809/0490

Das Verfahren stellt sicher, daß das plastische Material fest in kontinuierlichem, überall vorhandenem Kontakt mit dem Metall gehalten wird, während es sich noch im geschmolzenen Zustand befindet. Dies dauert eine Weile. Dadurch wird es nicht erforderlich für den Kontakt Quetsch- oder andere Rollen zu verwenden, und zwar so lange sich der plastische Film noch auf Schmelztemperatur befindet, um das Metall und den Schmelzfilm miteinander zu verbinden. Auch ist das Verfahren durchführbar, ohne daß die Wirkung dieser Kräfte unterbrochen wird, wodurch die erforderliche Berührung und die Verbindung erzeugt werden.

Beispiel 2

Hier ist eine Vorrichtung angewendet worden, mit einer Zuführungsvorrichtung für einen Metallstreifen, einer Strangpreßeinrichtung und einer Aufladungsvorrichtung, wie dies in den Figuren dargestellt ist. Ein Streifen aus handelsüblichem Zinnblech von etwa 15 cm Breite und einer Dicke von etwa 0,25 mm wurde senkrecht nach unten mit einer Geschwindigkeit von 6m/Minute bewegt und auf etwa 193°C angewärmt. Der Strangpreßeinrichtung wurde Polypropylen mit einem Schmelzindex von etwa 160 zugeführt, (das unter dem Handelsnamen ESCON CD 112 erhältlich ist) welches als geschmolzener Film von etwa 0,5 mm Dicke aus den Strangpreßlippen austrat. Die Strangpreßtemperaturen lagen etwa bei 299°C. Die Austrittslippen

der Strangpreßeinrichtung hatten in senkrechter Richtung von der Oberfläche des vorbeilaufenden Metallstreifens einen Abstand von etwa 11 mm. Die Lippen hatten einen Abstand von dem Kühltank 22 von etwa 75 cm. Die Aufladeseinrichtung 17 besaß drei Drähte von etwa 16 mm Länge, die sich quer zur Breite des Filmes erstreckten und etwa 25 mm vom Metallstreifen entfernt waren. Die Metalldrähte hatten einen Durchmesser von etwa 75/1000 mm und bestanden aus Platin.

Beispiel 3

Es wurde eine Vorrichtung mit einer Zuführungseinrichtung für den Metallstreifen, einer Strangpreßeinrichtung und einer Aufladungseinrichtung gem. der Zeichnung verwendet. Ein Streifen von üblichem Zinnblech mit einer Breite von etwa 15 cm und einer Dicke von etwa 0,25 mm wurde in senkrechter Richtung mit einer Geschwindigkeit von etwa 6m/Minute nach unten bewegt und auf etwa 204°C vorgewärmt. Die Strangpreßeinrichtung wurde mit einem granulierten Kopolymer von 15 % Äthylenglykolisophthalat und 85 % Äthylenglykolterephthalat (ein Harz, das handelsüblich unter dem Warenzeichen VITEL 409 in Verwendung ist) gespeist, welche Masse als geschmolzener Film von etwa 0,5 mm Dicke aus den Strangpreßlippen austrat. Die Strangpreßtemperaturen betrugen etwa 182°C. Die Strangpreßlippen hatten von der Oberfläche des vorbeilaufenden Metallstreifens in senkrechter Richtung einen

- 22 -

Abstand von etwa 11 mm. Die Strangpreßlippen waren von dem Kühltank 22 etwa 75 cm entfernt. Die Aufladeeinrichtung 17 besaß drei Drähte von etwa 16 mm Länge, welche sich quer über die Breite des Films erstreckten und etwa 25 mm von dem Metallstreifen entfernt lagen. Der Durchmesser der Drähte betrug etwa 75/1000 mm, während die Drähte selbst aus Platin bestanden.

Die laminierten Bänder nach den Beispielen 2 und 3 zeigten ausgezeichnete Haftung.

Eine Rolle aus Aluminiumlegierung mit einer Dicke von etwa 0,35 mm wurde durch Anwendung elektrostatischer Kräfte in der zuvor beschriebenen Weise mit einem Polyäthylen niedriger Dichte beschichtet, welche Masse unter dem Handelsnamen ALATHON-1540 erhältlich ist. Die Filmdicke betrug 37/1000, 75/1000 und 150/1000 Millimeter, wobei sich die Beschichtung nur auf einer Seite befand. Bei Filmdicken von 37/1000 und 75/1000, bzw. 75/1000 und 75/1000, bzw. 50/1000 und 100/1000 mm bei Anwendung auf beiden Seiten. Es wurde eine vom kommerziellen Standpunkt zufriedenstellende Haftung erreicht.

~~Das gleiche Aluminiummaterial wurde in ähnlicher Weise mit einem Polyäthylen hoher Dichte (einem Harz, das handelsüb-~~

-23-

909809/0490

lich unter dem Warenzeichen ALATHON-7250 bekannt ist) beschichtet, und zwar mit einer Dicke von etwa 75/1000 mm auf einer oder beiden Seiten. Auch hier wurde eine zufriedenstellende Haftung erreicht.

Entsprechende kommerziell erhältliche Zinnbleche für Dosen (bekannt als 107-MCT6-0,25 lb.-Blech) wurden mit Polyäthylen niedriger, mittlerer und hoher Dichte beschichtet und in Bierdosendeckel geformt. Das Metall wurde auf etwa $216^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$ vorerhitzt. Wenn die Temperatur des stranggepreßten Filmes mit Hilfe eines Nadelpunkt-Thermometers gemessen wurde, wenn der Film aus dem Formwerkzeug austrat, erhielt man einen Meßwert von 190°C . In diesem Falle war die Haftung ungenügend und der Film konnte leicht abgezogen werden. Wenn die Strangpreß-Temperatur jedoch 224°C betrug, war ein Abziehen schwierig. Bei 238°C war die Haftung sehr hoch. Bei diesen Arbeiten wurde der Metallstreifen mit einer Geschwindigkeit von 5 - 6m/Minute bewegt.

Polyäthylen von niedriger oder mittlerer Dichte wurde zum Strangpreßbeschichten verwendet, wobei die elektrostatische Ladung zur Erreichung eines über alle Bereiche gehenden Kontaktes zwischen Metallstreifen und dem plastischen Film angewendet wurde, und zwar bei Filmdicken von etwa 12/1000,

- 24 -

18/1000 und 25/1000 Millimeter. Es wurde auch ein Poly-
äthylen hoher Dichte von der gleichen Dicke, sowie einer
Dicke von 50/1000 mm verwendet. Die Haftung war zufrie-
denstellend.

-25-

909809/0490

1504109

- 25 -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Aufbringen von filmartigen Überzügen aus thermoplastischem Material auf Bögen oder Bänder aus Metall od. dgl., bei dem der entlang einer vorbestimmten Bahn geführte Bogen und ein stranggepreßter Film aus noch heißem thermoplastischen Material unter Druck durch eine Schmelzverbindung vereinigt werden, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zunächst auf dem Film in an sich bekannter Weise, elektrostatische Ladungen erzeugt werden und der Film mit dem auf einem vorbestimmten Potential gehaltenen Bogen allein unter dem von einem elektrischen Feld zwischen den beiden erzeugten Druck zusammengepreßt werden, wobei gleichzeitig und für eine vorbestimmte Dauer nach der Vereinigung der Film auf einer, die Schmelzverbindung ermöglichenden Temperatur gehalten und danach vor einer Berührung mit fest Flächen bis unter Verfestigungstemperatur abgekühlt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zwischen dem aus Metall od. dgl. leitfähigem Material bestehenden Bogen oder Band und einer festen Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld erzeugt wird und der Film unmittelbar nach seinem Austritt aus der Strangpreßdüse berührungsfrei durch dieses Feld dem Bogen oder Band zugeleitet wird.

909809/0490

Neue Unterlagen Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 Satz 3 des Änderungsge. v. 4. 5. 1991

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Bogen oder Band mit einer die Strangpreßgeschwindigkeit erheblich übersteigenden Geschwindigkeit durch die Vereinigungszone bewegt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Bogen oder Band vor Erreichen der Vereinigungsstelle auf eine die Schmelzverbindung unterstützende Temperatur erwärmt werden.
5. Vorrichtung zum Ausführen des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 4, mit einer Vorrichtung zum Zuführen eines Bogens oder Bandes aus Metall od.dgl. zu einer Vereinigungszone mit einem im heißen Zustand von einer unmittelbar vor der Vereinigungszone angeordneten Strangpreßeinrichtung zugeführten Film aus thermoplastischem Material sowie einer Einrichtung in der Vereinigungszone zum Zusammenpressen von Film und Bogen bzw. Band unter Druck und einer anschließenden Kühlzone für den Schichtwerkstoff, dadurch gekennzeichnet, daß der Vereinigungszone eine Einrichtung (14,17,18) zum Erzeugen eines elektrischen Feldes zwischen dem Bogen oder Band (11) und dem Film (15) zugeordnet ist, und daß Bogen bzw. Band und Film in der Vereinigungszone und bis zu einem merklichen Abschnitt in die Kühlzone (22) gegenüber festen Flächen (23) berührungsfrei geführt sind.

1504109

- 27 -

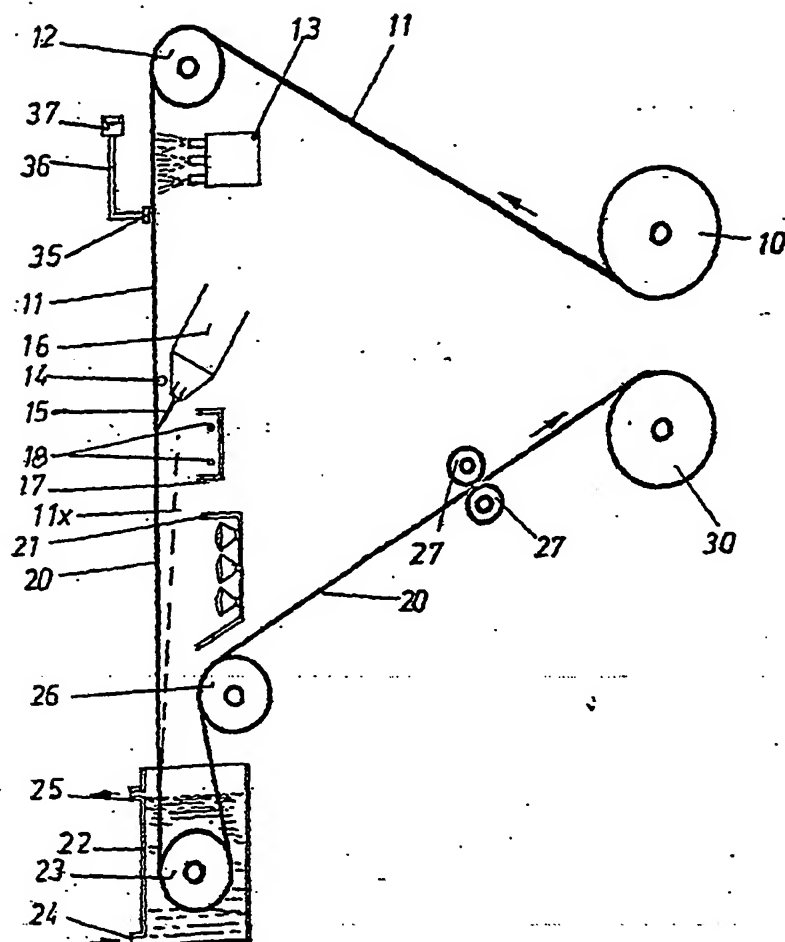
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in Höhe des Strangpreßeintritts (16) eine den Bogen bzw. das Band (11) im vorbestimmten Abstand von diesem Austritt führende Rolle (14) angeordnet ist, die mit einem vorbestimmten Potential (Erde) verbunden ist, während auf der abgewandten Seite des aus der Strangpreßeinrichtung (16) austretenden Films im geringen Abstand von dieser Aufladungselektroden (18) angeordnet sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Vereinigungszone und der Kühlzone eine Heizzone (21) angeordnet ist.

909809/0490

29

1504109

39a3 9-00 15 04 109 O.T.: 27.2.1969



Neue Unterlagen (Art. 751 Abs. 1) des Änderungsbes. v. 4.5.

909809/0490

German Patent No. 1 504 109
(Offenlegungsschrift)

Job No.: 889-90940

Translated from German by the Ralph McElroy Translation Company
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

Ref.: DPM 02-3284

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
GERMAN PATENT OFFICE
PATENT NO. 1 504 109
(Offenlegungsschrift)

Int. Cl.:	B 29 d
German Cl.:	39 a3 - 9/00
Filing No.:	P 15 04 109.5 (C 34527)
Filing Date:	December 2, 1964
Disclosure date:	February 27, 1969

METHOD AND APPARATUS FOR APPLICATION OF FILM-LIKE COATINGS OF
THERMOPLASTIC MATERIAL TO METAL SHEETS OR STRIPS OR THE LIKE

Inventors:	James Maynard Thron Country Club Hills Larry Vytautas Cernauskas Chicago Kenneth William Rarey South Holland John Edward Hanle Hinsdale, Ill. (USA)
Applicant:	Continental Can Company, Inc. New York, N.Y. (USA)
Representatives:	Fritz Thieleke Dr. Rudolf Döring Dr. Joachim Fricke Patent attorneys 3300 Braunschweig and 8000 Munich

Notification according to Article 7, § 1, paragraph 2, No. 1 of the Law of 4 September 1967 (BGBl. I, page 960): March 22, 1968

The invention concerns a method for application of film-like coatings of thermoplastic materials onto metal sheets or strips or the like, in which the sheet, guided along a predetermined path, and an extruded film of still hot thermoplastic are joined by a melt bond under pressure, as well as an apparatus for execution of the aforementioned method.

It is known to apply film-like coatings, for example, in the form of varnish or paint coatings, onto metal sheets or strips, and to use a solvent or dispersant in this case, in order to be able spray the film material. Increased costs and difficulties are produced by this, since the solvent or dispersant must then be driven out. To avoid these drawbacks, a switch has been made in application of thermoplastics to metal to heating of the thermoplastic materials and their rolling onto the metal. Since the rolls that bring the plastic material into contact with the metal are only effective for a brief instant, irregularities in layer thickness cannot be avoided. If the thermoplastic is not heated to the melting point, the bond to the metal is insufficient, unless the surface of the thermoplastic has been pretreated, in order to ensure intimate bonding to the metal in this manner.

To avoid the aforementioned shortcoming, it has also been previously proposed to use adhesives to produce the bond. In this case, the plastic need not be heated to a temperature at which significant softening occurs, but the choice of adhesive in this method is extremely limited. The production method is also made significantly more costly from the additional use of adhesive.

In order to avoid the use of adhesive, whether in the form of a permanent substance or in the form of a solution that is then driven off, it is also known to produce a potential difference between sheets before they are brought together for temporary bonding of separate sheets or films, at least one of which consists of a non-conducting material, and to then press these sheets onto one another in a calender, so that an improvement of adhesion and attraction force between the sheets is achieved by the charges. The permanent bond between the sheets in this known method is achieved by subsequent compression in the calender. A method in which the organic binder between the sheets compressed by the calender is replaced by electrostatic bonding is therefore involved here.

On the other hand, the present invention starts from the method described at the outset, in which the organic binder becomes redundant, owing to the fact that the sheets are joined by means of melt-bonding, in which the heat inherent in the film from extrusion is utilized for melt-bonding. In this known method the temperature conditions and the required pressures must be set very precisely, in order to achieve intimate bonding between the two materials. This method, also referred to as extrusion coating in the industry, is much simpler than the other methods just described, but control of the processes is more difficult, since the working process

only extends over a very narrow region and is dependent on mutually related conditions, namely, pressure and temperature. Initial contact of the extruded plastic film still in the altered state and the moving metal sheet or strip plays an important role here. The pressure and temperature are of decisive importance, but the process is also time-dependent, both with respect to temperature effects at different sites of the process and effects with reference to draw ratio, necking, thickness and other properties of the thermoplastic film. In the method of extrusion coating, as described above, the required pressure forces are also applied by passing the joined layers between pressure rolls. In this case, there is a hazard that the thermoplastic material will also adhere to the pressure rolls when sufficiently heated to achieve reliable adhesion to the metal. Surface damage can therefore develop, which occurs, in particular, if the pressure roll has a rubber surface. Since unduly strong cooling during pressure treatment is not supposed to occur, on the other hand, the use of cooled rolls or precooling of the material is not expedient and undesired. In addition, movement of the layers being joined between the pressure rolls must be adapted very precisely with respect to each other, if a uniform coating is to be achieved.

It is the task of the present invention to simplify the method of extrusion coating described above and mentioned in the introduction, and to simultaneously improve it, so that the drawbacks produced by pressure roll treatments and, in other cases, by the use of an adhesive, which previously had to be tolerated, are avoided.

To accomplish the aforementioned task, the method described at the outset is characterized according to the invention in that electrostatic charges are produced in known fashion initially on the film and the film, with [sic; and] the sheet kept at a predetermined potential are pressed together merely under the pressure generated by an electric field between the two, in which the film is simultaneously kept at a temperature that permits melt-bonding for a specific time after the joining and is then cooled below the solidification temperature before contact with solid surfaces.

The invention exploits the insight that it is possible to generate the pressures required to create intimate contact between the layers exclusively by electrostatic charges. Practice has shown that it is possible to attain very solid bonds in this manner between the heated thermoplastic material and a heated metal. This new layout of the melt-bonding process avoids, in a simple manner, any mechanical contact of the laminated materials with any foreign surfaces, until the thermoplastic material is sufficiently solidified and therefore secured against damage.

It is essential for electrostatic charging that one of the employed layers or components of the material being joined in layers be sufficiently non-conducting, in order to ensure that the electric charges can be applied and maintained even in the critical phases of the process. In particular, it is necessary to select a material that retains its non-conducting property even in the molten or softened state. Materials that have a volume resistivity of at least 10^5 ohm-cm even in

the softened or molten state are suitable for this. It has been shown that the most common thermoplastic materials, including synthetic resins, can be used. For example, polyethylenes with low, medium or high density, polypropylenes and other polyolefins, including copolymers of olefins and other monomers, vinyl fluoride copolymers, polystyrene, polyethylene glycol terephthalate and copolymers of these substances, cellulose acetates, various halogenated polymers, including polytetrafluoroethylene, polyvinyl formaldehyde, polyacetates and polycarbonates, are suitable.

Materials having a volume resistivity of 10^{-6} ohm·cm or less can be considered as metal laminated material. The method according to the invention can be conducted without difficulty with these materials. All ordinary metals in the form of foils or sheets or bands meet this requirement.

It could be established that, with the new process, laminated materials with a thickness of the plastic film of 1.2×10^{-3} to 1.2×10^{-2} mm and thicker can be produced.

It is expedient if, in a modification of the new process, an electric field is generated between the sheet or strip consisting of metal or similar conducting material and a fixed electrode arrangement, and the film is fed directly after emerging from the extrusion nozzle through this field to the sheet or strip free of contact. By this expedient, a particularly favorable utilization of the heat produced by the extrusion press is achieved and through this high adaptation capability of the film material during joining with the metal material.

In a modification of the invention, the sheet or strip can be moved through the joining zone with a speed significantly exceeding the extrusion speed, if one wishes to produce a particularly thin film coating that cannot be produced by extrusion alone.

An improvement in adhesion capacity and bonding of the thermoplastic material to the metal sheet or strip can be achieved according to the invention by heating the sheet or strip to a temperature that supports melt-bonding before reaching the joining site.

The melt bonds of metal and thermoplastic material produced according to the new process are particularly suitable for production of food containers that must be exposed to a temperature for pasteurization without the layers separating from each other or exhibiting perforation phenomena. Linear polyethylenes at 8 mg/6.25 mm² have been found to be satisfactory for such application. Sheet tin, in the form of coil strips that have been coated on both sides with low density polyethylene, can be produced, in order to manufacture cans. Excellent adhesion was found even in previously uncleaned metal strips, which still had rolling oil residues. These cans produced from the aforementioned strips went through a pasteurization process without a reduction in adhesion between the two material layers.

To execute the process, the invention starts from an apparatus with a device for feeding a sheet or strip of metal or the like to a joining zone with a thermoplastic film fed in the hot state

from an extrusion device arranged directly in front of the joining zone, as well as a device in the joining zone to compress the film and sheet or strip under pressure and a subsequent cooling zone for the laminated material. This described apparatus is characterized according to the invention by the fact that the joining zone is connected to a device to generate an electric field between the sheet or strip and the film, and that the sheet or strip and film are guided in the joining zone and over a significant section in the cooling zone free of contact with solid surfaces.

It is advantageous if a guide roll is arranged at the level of the extruder input which roll guides the sheet or strip at a predetermined spacing from the extruder outlet and which is connected to a predetermined potential (ground), whereas, on the opposite side of the film emerging from the extrusion device, charging electrodes are arranged at a limited spacing from it. With this configuration, a particularly simple design of the apparatus is obtained, which can be further modified in that a heating zone is arranged between the joining zone and the cooling zone, which reliably brings the material to the temperature required for melt-bonding or keeps it at this temperature.

The invention is further explained below with reference to a schematic drawing of a practical example.

A coil 10 of a metal strip, for example, tin-coated sheet, delivers the strip 11 that is deflected via an idler roll 12 and moved from there past a preheating device 13, shown for simplification as a gas burner. The strip runs past a grounding rod 14 in contact with it and then receives a film 15 of thermoplastic material, specifically right after the film emerges from an extrusion device. The extrusion die is arranged so that it allows the film to emerge at an acute angle relative to the moving strip 11. An electrostatic charging device 17 is shown, which has several rods 18 that are situated at a high potential relative to the grounding rod 14 and the machine frame or ground. This apparatus generates electric charges on the surface of the plastic film passing by. These charges are of opposite polarity relative to the induced charges on strip 11, so that they are effective through the plastic film, in order to bring this into firm and permanent connection with the surface of the strip. The laminated material 20, which consists of the metal strip 11 and the electrostatically adhering plastic film 15, acquires a tight bond on its intermediate surfaces, when the metal and the plastic material are situated at the outlet temperature of the thermoplastic material. Since time dependence plays a role here, the temperature can be maintained by appropriate means, for example, by a corresponding jacket or the like that prevents heat loss. However, additional heating can also be provided by a special apparatus 21 that is shown in the depicted example in the form of a group of infrared lamps. The plastic material and the metal are only brought in contact with each other, but otherwise are not in contact with any solid body, so that heat losses can only occur by radiation and air convection, while physical contact with a third body to produce pressure on the layers is not present. The

joined composite passes through a cooling device 22, for example, a water vessel, which is supplied with cooling water through a pipe 24 and allows the heated water to run off through a pipe 25. A situation is achieved, so that contact of the laminated material with another solid object is avoided, as long as the plastic material is in a softened and readily deformable state because of heat. After cooling by the water, the now shape-stable laminated material can pass over an idler roll 23 and from there over a drive roll 26, after which rubber-coated rolls 27 are connected, which serve for speed control. The coated material can then be wound onto a roll 30.

The invention has also been successfully conducted in cases in which a cooling roll in the open air stream is used for cooling, which roll is arranged at a spacing from the point at which the metal strip and the molten thermoplastic first come in contact, this spacing being chosen so that the thermoplastic material can be sufficiently adapted beforehand to the support strip and the molecules of the thermoplastic material can be aligned on the contact surface, in order to guarantee the required bonding.

An apparatus to determine the temperature of the preheated metal strip is preferably provided. For this purpose, a thermocouple 35, for example, is prescribed, whose conductors 36 lead to a measurement device 37. With this means, the metal strip can be brought to a temperature at which the thermoplastic material is soft and can be adapted to the metal. The temperature is then high enough that quenching does not occur at the contact site, and low enough that the material is not deformed or altered in any other way, for example, by melting of the tin coating of sheet tin. The temperature must naturally also be chosen so that temperature refining in aluminum or similar connections does not decline or the thermoplastic material does not decompose during contact.

The grounding rod 14 also has a guide function for the metal strip 11 and can be designed in the form of an idler roll. The charges act on the plastic film 15, moving the film 15 in the direction toward the metal strip 11. The spacing of the metal strip 11 from the outlet lips of the extrusion device must be maintained. Consequently, it is preferable to arrange the grounding rod in the angle between the film 15 and the strip 11, so that this rod simultaneously mechanically serves to maintain the precise position of the strip relative to the extrusion die even under the mechanical stresses that act on this strip.

Under practical conditions, the charging device 17 can have a positive or negative polarity with reference to grounding rod 14.

The position of the charging device 17 relative to the plastic film permits control of the electrostatic forces between the metal strip and plastic film, specifically for a stipulated potential difference between the discharge electrodes 14 and 18. Contact of the electrodes 18 with the film is not necessary. A spacing of 0.3-5 cm is sufficient. The electrodes 18 can be designed in the form of one or more electrically connected tapered metal tips or rods, having a diameter of, for

example, 1.5 mm. They run perpendicular to the film. However, one or more fine wires can also be arranged at a spacing from the film, which run transverse to the direction in which the film is moved. In the latter case, wires with a diameter of $2.5 \times 10^{-3} - 12.5 \times 10^{-3}$ cm are expediently used, which are arranged at a spacing of at least several times the diameter.

The voltage applied to the rods or electrodes 14 and 18, in a typical practical example, lies in the range from 4 – 15 kV. AC and DC potentials are used, in which DC potentials are preferred, because of the greater and more uniform forces that are produced in this case. The processes are preferably kept under voltage and spacing conditions, so that no visible corona or discharge and no discharge noise occur. The current demands are then low and lie around 1 milliamperere or less in sheets that have a width of 90 mm and are moved with a speed of about 6 m/min. The electrostatic forces are not only a function of voltage, but also shape and size of the charging rods 18, the spacing of the plastic film, the spacing of the conducting element, the thickness of the plastic film, its ohmic resistance and dielectric constant at the process temperature dependent on the moisture content and the relative atmospheric humidity, and other factors. Forces on the order of about 1.2 kg/cm^2 , which are perpendicular to the surface, were found to be present between a polyethylene film 2.5×10^{-3} cm thick and a smooth metal surface, wherein a potential of 8300 volt and an electrode spacing of about 0.8 cm were used. The measurements were conducted at 50% relative humidity and 22.8°C temperature. A potential above 1000 volt was measured between the opposite surfaces of the polyethylene.

Both sides of the conducting element, for example, sheet tin strip 11, can be coated in succession or simultaneously in the described manner. Aluminum or other metal foils, sheet tin or similar conducting materials can therefore be coated on one or both surfaces. The process can also be used in order to coat a preformed material formed by lamination that consists of a number of metal strips or layers that are separated by conducting or non-conducting intermediate layers.

If alternating current is used, consecutive regions along the length of the advancing material have charge polarities opposite those of the plastic layer.

Example 1

Using an apparatus in which the metal strip is fed from a feed roll and has an extrusion device and a charging device, as shown in the drawing, a strip of commercial 100 g electro-sheet tin about 10 cm wide was moved vertically downward with a speed of 6m/min and preheated to a temperature of about 218°C. The extrusion device was fed with an extrusion mass of polyethylene with a density of 0.923 and a melt flow index of 3.7 (this resin mass is commercially available under the tradename ALATHON-16). This mass was extruded as molten film about 0.5 mm thick in the region of the lips of the extrusion device. The extrusion

temperatures were about 293°C. The distance of the lips of the extrusion die from the surface of the metal strip running past, measured in the perpendicular direction, was about 11 mm. The lips of the die had a spacing of about 23 cm from a cooling roll, which was used here instead of cooling tank 22. The charging device 17 had three wires about 10 cm long, which extended across the width of the film and were separated by about 2.5 cm from the metal strip. The wires were made of platinum about 76/1000 mm in diameter.

During operation without electrostatic potential between the electrodes, the film assumed a straight path from the lips of the die to the cooling roll, as shown by the dashed line 11x in the drawing. Adhesion was limited. The plastic material could be easily pulled off from the metal.

If, on the other hand, a charge potential of 12 kV was used, the charges caused the plastic molten film to come in contact with the metal strip about 25 mm beneath the horizontal plane of the extrusion press lips. Excellent adhesion was obtained.

By setting the speed of the metal strip relative to the film emerging from the extrusion device, drawing of the film of 20 to 1 was obtained. If the lips of the extrusion die had a spacing of about 0.5 mm, the plastic layer on the complete arrangement had a thickness of about 25/1000 mm. If the extrusion device is therefore operated under optimal temperature and pressure conditions, in order to obtain the desired extrusion mass, i.e., a thickness of about 0.5 mm, the final thickness of the resin coating on the metal strip can be regulated by the speed of the metal strip, for example, by moving the metal strip 20 times more quickly than the emerging extrusion mass.

The optimal setting of the extrusion device, through which the angle between the emerging extruded part relative to the path of the metal strip is determined, depends on the position of the charging device 17, the employed voltage, the speed of the metal strip and the angle of the strip relative to the action of gravity. If, as shown, the charging wires 18 are situated close to the strip, a lower voltage can be applied than if the spacing is larger.

During subsequent practical utilization of the apparatus according to Example 1, the grounding rod 14 had a diameter of about 8 mm and a spacing so that its lower side was about 20 mm above the plane of the lips of the extruder. Two horizontal wires 18 were used, which were arranged at a spacing and parallel to the path of the metal strip, with said spacing being about 36 mm. The wires had a diameter of about 75/100 mm and were made from platinum. They had a mutual spacing of about 32 mm. The upper wire was situated about 15 mm below the extruder lips. The extrusion device was arranged so that the film emerged downward at an angle of about 55° relative to the path of the metal strip, wherein the film emerged parallel to the [extruder] walls.

The process ensures that the plastic material is held firmly in continuous contact everywhere with the metal, while it is still in the molten state. This lasts a while. Because of this,

it is not necessary to use nip rolls or other rolls for contact, as long as the plastic film is still at the melting point, in order to join the metal and molten film together. The process can also be run without interrupting the effect of these forces, so that the required contact and bonding are produced.

Example 2

Here an apparatus is used with a feed device for a metal strip, an extrusion device and a charging device, as shown in the figure. A strip of commercial sheet tin about 15 cm wide and about 0.25 mm thick was moved vertically downward with a speed of 6 m/min and heated to about 193°C. The extrusion device was supplied polypropylene with a melt-flow index of about 160 (which is available under the tradename ESCON CD 112), which emerged from the extruder lips as a molten film about 0.5 mm thick. The extrusion temperatures were about 299°C. The outlet lips of the extrusion device had a spacing of about 11 mm in the perpendicular direction from the surface of the metal strip passing by. The lips had a spacing from the cooling tank 22 of about 75 cm. The charging device 17 had three wires about 16 cm long that extended across the width of the film and were separated about 25 mm from the metal strip. The metal wires had a diameter of about 75/1000 mm and consisted of platinum.

Example 3

An apparatus with a feed device for the metal strip, an extrusion device and a charging device according to the drawing was used. A strip of ordinary sheet tin with a width of about 15 cm and a thickness of about 0.25 mm was moved downward in the vertical direction with a speed of about 6 m/min and was preheated to about 204°C. The extrusion device was fed with a granulated copolymer of 15% ethylene glycol isophthalate and 85% ethylene glycol terephthalate (commercially available under the tradename VITEL 409), which emerged from the extruder lips as a molten film about 0.5 mm thick. The extruder temperatures were about 182°C. The extruder lips had a spacing of about 11 mm from the surface of the metal strip passing by in the perpendicular direction. The extruder lips were separated from the cooling tank 22 by about 75 cm. The charging device 17 had three wires about 16 mm long that extended across the width of the film and were spaced about 25 mm from the metal strip. The diameter of the wires was about 75/1000 mm, while the wires themselves consisted of platinum.

The laminated strips according to Examples 2 and 3 exhibited excellent adhesion.

A roll of aluminum alloy with a thickness of about 0.35 mm was coated with low density polyethylene, using electrostatic forces in the manner just described, said mass being available under the tradename ALATHON-1540. The film thickness was 37/1000, 75/1000 and 150/1000 millimeter, in which the coating was found on only one side. Film thicknesses of

37/1000 and 37/1000, or 75/1000 and 75/1000, or 50/1000 and 100/1000 mm [were used] on both sides. Satisfactory adhesion from a commercial standpoint was achieved.

The same aluminum material was coated in similar fashion with a high density polyethylene (a resin commercially available under the trade name ALATHON-7250) with a thickness of about 75/1000 mm on one or both sides. Here again, satisfactory adhesion was achieved.

Corresponding commercially available sheet tin for cans (known as 107-MCT6-0.25 lb sheet) was coated with low, medium and high density polyethylene and shaped into beer can covers. The metal was preheated to about $216^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$. When the temperature of the extruded film was measured by means of a needle-point thermometer as the film emerged from the die, a measured value of 190°C was obtained. In this case, the adhesion was insufficient and the film could easily be removed. If the extruder temperature, however, was 224°C , pulling off was difficult. At 238°C , the adhesion was very high. During these operations, the metal strip was moved at a speed of 5–6 m/min.

Low or medium density polyethylene was used for extrusion coating, in which electrostatic charge was applied to achieve contact over all regions between the metal strip and the plastic film at film thicknesses of about 12/1000, 18/1000 and 25/1000 millimeter. High density polyethylene of the same thickness was also used, as well as with a thickness of 50/1000 mm. The adhesion was satisfactory.

Claims

1. Method for application of film-like coatings of thermoplastic material to sheets or strips of metal or the like, in which the sheet, guided along a predetermined path, and an extruded film of still hot thermoplastic material are joined under pressure by a melt-bond, characterized by the fact that electrostatic charges are initially generated on the film in known fashion, and the film is compressed with the sheet, kept at a predetermined potential merely under the pressure generated by the electric field between the two, in which, simultaneously and for a predetermined time after joining, the film is kept at a temperature that permits melt-bonding and then cooled to below the solidification temperature before contact with solid surfaces.

2. Method according to Claim 1, characterized by the fact that an electric field is generated between the sheet or strip consisting of metal or similar conducting material and a fixed electrode arrangement, and the film is supplied to the sheet or strip directly after emerging from the extrusion nozzle, free of contact through this field.

3. Method according to Claim 1 or 2, characterized by the fact that the sheet or strip is moved with a speed through the joining zone that significantly exceeds the extrusion speed.

4. Method according to Claims 1 to 3, characterized by the fact that the sheet or strip is heated to a temperature that supports melt-bonding before reaching the joining site.

5. Apparatus for execution of the method according to Claims 1 to 4, with an apparatus to supply a sheet or strip of metal or the like to a joining zone, with a film or thermoplastic material fed in the hot state from an extrusion device arranged directly in front of the joining zone, as well as a device in the joining zone for compressing the film and sheet or strip under pressure and a subsequent cooling zone for the laminated material, characterized by the fact that a device (14, 17, 18) to generate an electric field between the sheet or strip (11) and the film (15) is connected to the joining zone, and that the sheet or strip and film are guided in the joining zone and over a significant section in the cooling zone (22) free of contact relative to solid surfaces (23).

6. Apparatus according to Claim 5, characterized by the fact that, at the level of the extruder input (16), a guide roll (14) is arranged at the sheet or strip (11) at a predetermined spacing from the extruder outlet, which roll is connected to a predetermined potential (ground), whereas, on the opposite side of the film emerging from the extrusion device (16), charging electrodes (18) are arranged at limited spacing from it.

7. Apparatus according to Claim 6, characterized by the fact that a heating zone (21) is arranged between the joining zone and the cooling zone.

//insert figure//